

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-146786

⑥ Int. Cl.<sup>5</sup>H 01 S 3/117  
3/098

識別記号

庁内整理番号

7630-5F  
7630-5F

⑬ 公開 平成2年(1990)6月5日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全4頁)

⑭ 発明の名称 光変調素子

⑰ 特 願 昭63-299397

⑱ 出 願 昭63(1988)11月29日

⑲ 発 明 者 妹 尾 具 展 神奈川県横浜市港南区港南2-24-31

⑳ 発 明 者 田 辺 譲 神奈川県横浜市旭区白根町1219-60

㉑ 出 願 人 旭硝子株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

㉒ 代 理 人 弁理士 梅村 繁郎 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光変調素子

## 2. 特許請求の範囲

(1) 音響光学媒体と、該音響光学媒体の1面に設置された複数個のトランスデューサとを有し、少なくとも1個のトランスデューサから発せられた超音波が最初に到達する面のうちその主信号が到達する領域に該超音波が該トランスデューサに反射することを妨げる手段を設け、かつ少なくとも他の1個のトランスデューサから発せられた超音波が最初に到達する面をその主信号が該トランスデューサに反射する様に反射面を形成してなる光変調素子。

(2) 音響光学媒体と、該音響光学媒体の一面に設置された複数のトランスデューサとを有し、1個の音響光学素子に少なくとも1個のQスイッチと、少なくとも1個のモードロッカーとを形成してなる光変調素子。

(3) 請求項1または2の光変調素子を1対のミラーとレーザー媒質とからなる光共振器の光軸上に配置し、レーザーダイオードにより励起するようにしたことを特徴とするレーザーダイオード励起固体レーザー

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は光変調素子に関するものである。

## 〔従来の技術〕

固体レーザーの発振形態には連続波(CW)発振とパルス発振とがある。パルス発振にはランプをパルス励起するだけのパルス発振、CW発振をQスイッチ動作することによってパルス化する方法、パルス発振をQスイッチ動作してジャイアントパルスを得る方法、モードロックをかけて超短パルスを得る方法などがある。特に短いパルス幅で、高いエネルギーのレーザー発振を得ようとする場合にはモードロック動作により超短パルスを得ることと、Qスイッチ動作により、そのパルスをジャイアントパルス化

BEST AVAILABLE COPY

することを組合せることが多い。

ところで、モードロック動作を行なうための素子としては、過飽和色素を用いる受動的モードロック素子と音響光学変調器や、電気光学変調器等を用いる能動的モードロック素子とがあるが、より安定なモードロック動作が行なえることから、通常は能動的モードロック素子を用いることが多い。さらに、モードロック動作は上記のデバイスを含めた光共振器内外の反射等の影響により、不安定になりやすいので、これを防ぐ為に光入射面をブリュースター角にする等の方法が取られているが、この加工が容易に行なえる音響光学変調器が良く用いられる。

一方、Qスイッチ動作を行なうための素子としては、回転又は振動ミラーを用いた機械的Qスイッチや、過飽和色素Qスイッチ、さらには音響光学Qスイッチなど種々のものがあるが、同様の理由により、音響光学Qスイッチが有利である。

つまり、安定なモードロック/Qスイッチ動

作を行なわせるには、音響光学変調素子と音響光学Qスイッチの組合せが有効である。

#### [発明の解決しようとする課題]

第3図に、以上述べたような従来例における、レーザー発振器における光共振器の各素子の配置を、レーザーダイオード励起の場合を例にとって示した。図の中で、11は高反射ミラー、12は出力ミラー、13はレーザー媒質、15はモードロック素子、16はQスイッチ素子、17はレーザーダイオード、18は結合光学系である。高反射ミラー11と出力ミラー12との間で光共振器を構成しており、励起レーザー光は光共振器に入射され、光共振器内のレーザー光はモードロック素子15で超短パルス化され、またQスイッチ素子16でジャイアントパルスとされ、出力ミラー12からレーザー発振光として出射する。

第3図からわかる様に、従来においてはこれら2つの素子は別個の物であり、かつ個々の部品がかなり高価であるため、コストが高くつくこと、また2個分のスペースが必要なため他の

3

構成部品の設計が制約を受けること、さらに、モードロッカー及びQスイッチは水冷する必要があるが、その場合、その水冷チューブなどのために装置全体がかなり複雑になることなどの問題があった。

#### [課題を解決するための手段]

本発明は前述の課題を解決すべくなされたものであり、音響光学媒体と、該音響光学媒体の1面に設置された複数個のトランスデューサとを有し、少なくとも1個のトランスデューサから発せられた超音波が最初に到達する面のうちその主信号が到達する領域に該超音波が該トランスデューサに反射することを妨げる手段を設け、かつ少なくとも他の1個のトランスデューサから発せられた超音波が最初に到達する面をその主信号が該トランスデューサに反射する様に反射面を形成してなる光変調素子を提供するものである。

#### [実施例]

以下、実施例に従って説明する。

4

第1図は本発明の1実施例を示す図で、その正面図と上面図である。図中で、1は音響光学媒体、2、2'はトランスデューサ、3、3'は接着層、4、5は高周波交流電源、6は入射光、7、7'は回折光、8は透過光、9は超音波吸収体、10は屈折率が周期的に変化している様子を模式的に表わしたものである。

音響光学媒体1は石英ガラス等の材料からなり、そのうちの1面に、両面に金属電極を付けた $\text{LiNbO}_3$ 等の圧電体からなるトランスデューサ2、2'が、エポキシ樹脂等の接着層3を介して接着されている。

第1図の中でトランスデューサ2はQスイッチ機能に対応するものである。音響光学媒体1の面の中で一方のトランスデューサ2に対向する位置、即ち、トランスデューサ2の接着してある面に対向する面のうちトランスデューサ2から音響光学媒体1の内部に発せられた超音波の主信号が最初に到達する位置には超音波の吸収体9が設けられている。ここで、トランスデ

5

6

ューサ 2 に高周波交流電源 4 により交流電圧が印加されると、音響光学媒体 1 中に 10 で模式的に示したような屈折率の周期的変化が発生する。この時の高周波交流電源 4 の周波数  $f_0$  は通常、数十 MHz 程度とされる。この屈折率の周期的変化により、音響光学媒体 1 にブラッグ条件を満足するように入射した光 6 は回折光 7 で示した様に回折され、光共振器の Q 値は小さくなる。逆にこの交流電圧の印加をやめると、入射光 6 はほとんど透過するようになり、光共振器の Q 値は大きくなる。即ち Q スイッチとして機能する。尚、この超音波主信号が最初に到達する位置に超音波の吸収体を設けるかわりに、この面を粗面にして超音波を散乱させたり、この面を斜めにして、超音波がトランスデューサ 2 の方向へ戻らないようにされていても良い。

一方、トランスデューサ 2' はモードロッカー機能に対応するものである。トランスデューサ 2' が高周波交流電源 5 によって、交流電圧を印加されることにより、音響光学媒体 1 中に発生

られた超音波がトランスデューサ 2' に反射して、くるようにトランスデューサ 2' に相対向する面は形成されている。この場合の共振器長を  $L$  としたとき、 $1/2 \cdot (C/2L)$  の周波数  $f_1$  で駆動することによって、共振器の縦モード間隔  $C/2L$  の超音波定在波が立ち、レーザー光が  $C/2L$  で変調を受け、モードロック素子として働く。

このように、本発明の光変調素子の構成を採ることにより、この光変調素子への入射光 6 は、高エネルギーの超短パルス光に変調される。

第 1 図においては光の入射側に Q スイッチが来て、出射側にモードロッカーが来るように配置をしているが、これら位置を入れ替えても同様の効果がある。

また、Q スイッチとモードロッカーをそれぞれ 2 個以上備えた素子とすることも同様に可能である。

トランスデューサとしては、 $\text{LiNbO}_3$  に限るわけではなく、水晶なども使用できる。また、音

7

響光学媒体として、性能指数の高い  $\text{PbMoO}_4$  を用いるようにすると、本発明の光変調素子は非常に小型化され、レーザーダイオード励起固体レーザーとともに用いれば、超小型の固体レーザーが得られるので、非常に望ましい。

さらに、高周波交流電源と本発明の光変調素子の間にインピーダンスのマッチング回路を設けることなども当然行なえる。

第 2 図は、本発明の光変調素子を用いたレーザー発振器の光共振器の配置をレーザーダイオード励起の場合を例にとりて示すものである。図中の番号は第 3 図と同じものを用いている。また、14 は本発明の光変調素子である。

これを第 3 図と比較してみる。従来例を示す第 3 図では、モードロッカーと Q スイッチが分離されているため、システム自体が大きく、複雑になる。特に、モードロッカーと Q スイッチは水冷の必要があるため、その配管は複雑になる。

一方、本発明を利用した第 2 図では、モード

8

ロッカーと Q スイッチが一体化になった構造をしているため、システムがコンパクトであり、特に水冷配管に関しては従来にくらべて非常に簡単にしうる。

第 2 図は本発明による光変調素子を光共振器内に入れた例を示したが、もちろんこの素子の使用法は光共振器内に入れるようにすることに限るものではない。

#### [発明の効果]

以上のように本発明の光変調素子によれば、レーザー発振器のシステム構成を非常に簡単にすることができる。

また、高周波交流電源のいずれか一方からの電力を印加しなければ、Q スイッチまたはモードロッカーのみとして機能させることができるため、1 つの素子で様々な用途に用いることができ、非常に汎用的な素子を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

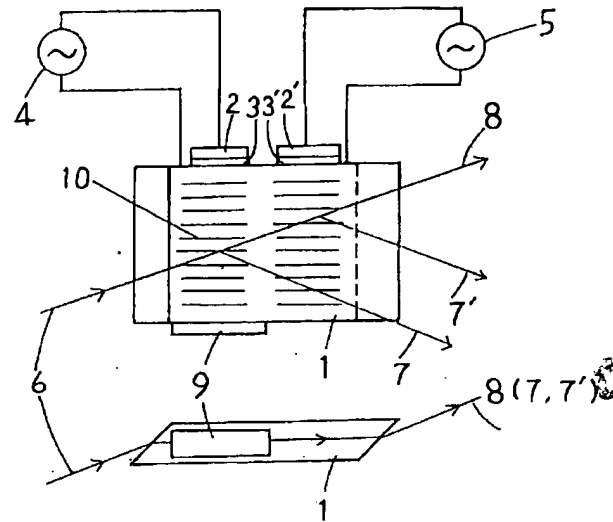
第 1 図は本発明の 1 実施例を示す図で、その正

9

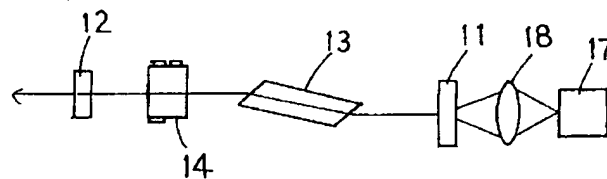
面図と上面図である。図中で、1は音響光学媒体、2、2'はトランスデューサ、3、3'は接着層、4、5は高周波交流電源、6は入射光、7、7'は回折光、8は透過光、9は超音波吸収体、10は屈折率が周期的に変化している様子を模式的に表わしたものである。

また、第2図は、本発明の光変調素子を用いたレーザー発振器の光共振器に配置の1例を示すものであり、第3図は従来例における各素子の配置を表わす1例である。図の中で、11は高反射ミラー、12は出力ミラー、13はレーザー媒質、14は本発明の光変調器、15はモードロック素子、16はQスイッチ素子、17はレーザーダイオード、18は結合光学系である。

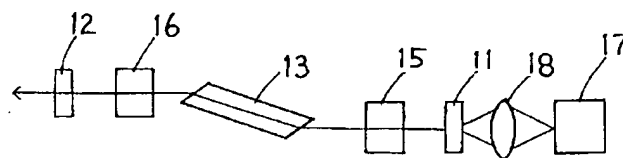
代理人 梅村 繁 郎 氏



第 1 図



第 2 図



第 3 図